临床研究

静脉肾盂造影示无功能肾患者的肾功能状态评估

胡志辉,孙涛涛,王淑侠,朱林波
广东省人民医院//广东省医学科学院核医学科,广东 广州 510080

摘要:目的 应用$^{99}Tc^{m}$-DTPA SPECT肾动态显像技术评估静脉肾盂造影(IVP)示无功能肾患者的实际肾功能状态。**方法** 回顾性分析2012年1月~2014年6月在我院进行IVP检查提示无肾功能,并同时进行了$^{99}Tc^{m}$-DTPA SPECT肾动态显像的107例泌尿外科肾疾病患者,研究患侧肾双血浆法GFR测定值($GFR_{双血浆}$)及Gates'法GFR测定值($GFR_{Gates'}$),结合功能动态影像,将测量结果按$GFR_{双血浆}$值分成4组:(1)轻度受损组:$GFR_{双血浆}$≥30 mL/min;(2)中度受损组:$GFR_{双血浆}$介于20~30 mL/min;(3)重度受损组:$GFR_{双血浆}$介于10~20 mL/min;(4)无功能组:$GFR_{双血浆}$≤10 mL/min,计算各构成比并比较各组$GFR_{双血浆}$及$GFR_{Gates'}$。**结果** 107例IVP无功能肾患者中,$GFR_{双血浆}$提示肾功能轻度受损、中度受损、重度受损、无功能分别为12例(11.2%)、33例(30.8%)、41例(38.3%)、21例(19.6%),$GFR_{双血浆}$和$GFR_{Gates'}$在肾功能轻、中度受损组中差异无统计学意义,肾功能重度受损组$GFR_{双血浆}$值为13.9±6.2 mL/min,低于$GFR_{Gates'}$的18.8±4.2 mL/min,t=-2.73,P=0.03,差异有统计学意义;无肾功能组$GFR_{双血浆}$值为4.5±2.1 mL/min,低于$GFR_{Gates'}$的7.2±3.2 mL/min,t=-3.81,P=0.005,差异有统计学意义。**结论** IVP检查提示无功能的肾疾病患者只有58%的患者肾功能受损在重度及以下,术前需要进一步行SPECT肾动态显像检查来评估患肾的真实肾功能状态。

关键词:肾动态显像;SPECT;静脉肾盂造影;双血浆法

Dynamic renal scintigraphy versus dual-plasma sample clearance for determining glomerular filtration rates in patients with nonfunctioning kidneys shown by intravenous pyelography

HU Zhihui, SUN Taotao, WANG Shuxia, ZHU Linbo
Department of Nuclear Medicine, Guangdong General Hospital//Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China

Abstract: Objective To study the actual glomerular filtration rates (GFR) in patients with nonfunctioning kidneys as shown by intravenous pyelography (IVP) using single photon emission computed tomography (SPECT) dynamic renal scintigraphy and dual-plasma sample clearance method. **Methods** We retrospectively analyzed 107 patients with nonfunctioning kidneys shown by IVP who underwent renal dynamic $^{99}Tc^{m}$-DTPA SPECT imaging. GFR was measured by Gates' methods ($GFR_{Gates'}$) and dual-plasma sample clearance method ($GFR_{dual-plasma}$). Based on the dynamic functional images and $GFR_{dual-plasma}$ measurements, the patients were categorized into mild renal impairment ($GFR_{dual-plasma}$≥30 mL/min), moderate renal impairment group ($GFR_{dual-plasma}$ of 20-30 mL/min), severe renal impairment group ($GFR_{dual-plasma}$ of 10 to 20 mL/min), and nonfunctioning kidney group ($GFR_{dual-plasma}$≤10 mL/min), and $GFR_{Gates'}$ were compared among the groups. **Results** According to $GFR_{dual-plasma}$, the numbers of patients having mild, moderate, and severe renal impairment and nonfunctioning kidneys were 12(11.2%), 33 (30.8%), 41(38.3%), and 21(19.6%), respectively. $GFR_{dual-plasma}$ and $GFR_{Gates'}$ were not significantly different in mild and moderate renal impairment groups, but in patients with severe renal impairment, $GFR_{dual-plasma}$ was significantly lower than $GFR_{Gates'}$ (13.9±6.2 *vs* 18.8±4.2 mL/min; t=-2.73, P=0.03), which was also the case with patients with nonfunctinging kidneys (4.5±2.1 *vs* 7.2±3.2 ml/min; t=-3.81, P=0.005). **Conclusion** Of the patients with nonfunctinging kidneys shown by IVP, only 58% of them actually have severe renal impairment or worse, and further SPECT dynamic renal scintigraphy is necessary to assess the actual risk of renal function impairment before operation.

Key words: dynamic renal scintigraphy; single photon emission computed tomography; dual-plasma sample clearance; intravenous pyelography

评估患肾残存功能对决定手术方式非常重要,而静脉肾盂造影(IVP)对无功能肾的判断是否准确长期存在争议[1];^{99m}Tc-DTPA SPECT肾动态显像是一种功能影像,能同时得到分肾GFR、肾图和肾脏血流灌注等方面的信息,已成为目前临床最常用的评估肾功能的方法[2-3],然而其准确性各家报道不一[4],双血浆法肾小球滤过率(GFR)测定的已被国际核医学协会推荐作为测定GFR的准确且相对简便的方法,被美国核医学协会推荐作为临床科研中评估GFR的参考标准[5]。笔者现

收稿日期:2016-03-23
基金项目:"十一五"国家科技计划(2007BAI05B01)
Supported by National Key Technology R&D Program (2007BAI05B01).
作者简介:胡志辉,主管技师,E-mail: 13926088642@163.com
通信作者:王淑侠,主任医师,E-mail: wangshuxia_2002@aliyun.com

应用上述两种方法，将IVP提示无功能的肾做了进一步的研究，目前国内外尚无相关报告，现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾分析2012年1月~2014年6月在我院同时进行了IVP检查及 ^{99m}Tc-DTPA SPECT 肾动态显像的患者。入组标准：(1)IVP检查报告显示单侧或双肾无功能；(2)肾动态显像报告显示质控合格；排除标准：(1)IVP检查报告显示双肾功能存在；(2)肾动态显像报告显示质控不合格。共入组107例泌尿外科肾疾病患者，其中男56例，女51例，年龄39~66岁，平均49.8岁，经B超或CT等确诊为肾结石并积水71例，输尿管结石并积水30例，多囊肾3例，输尿管狭窄3例。

1.2 研究方法

1.2.1 ^{99m}Tc-DTPA SPECT 肾动态显像 99锝m-二乙三胺五乙酸(^{99m}Tc -DTPA)肾动态显像剂DTPA冻干品药盒及 $^{99m}TcO_4$由广东希埃医药有限公司提供。放化纯度测定采用层析法，本研究中标记后 ^{99m}Tc-DTPA放射化学纯度>95%，活度为148~222 MBq(4~6 mCi)，体积小于1.0 mL。SPECT采用荷兰PHILIPS公司生产，型号Precedence 6的双探头SPECT仪，配低能通用平行孔准直器，能峰140 keV，窗宽±20%。以中华医学会编著《临床技术操作规范-核医学分册》为标准[6]，^{99m}Tc-DTPA肾动态显像采用坐位，检查前患者空腹4 h以上，显像前20 min受试者饮水8~10 mL/kg，于前臂右肘静脉“弹丸式”注入 ^{99m}Tc-DTPA，即刻开始进行动态采集图像，共采集25 min。

1.2.2 ^{99m}Tc-DTPA双血浆清除法测定 $GFR_{双血浆}$法 静脉注射后120、240 min，分别在注射对侧肢体采肘静脉血3 mL，肝素抗凝，离心后取血浆1 mL，用活度计测血浆放射性活度。将放射性活度换算为放射性计数后，代入公式计算出 $GFR_{双血浆}$法，取1 mL ^{99m}Tc-DTPA，用活度计测量其活度，再将 ^{99m}Tc-DTPA用生理盐水先后 5×10^4、1×10^5和 2×10^5稀释，每次稀释后取出1 mL置试管中，用γ计数器(西安核仪器厂生产)测放射性计数，算出放射性计数与活度的关系。重复操作10次，得换算系数。计算出总肾 $GFR_{双血浆}$法并用体表面积标准化(1.73 m^{-2})。

1.2.3 影像分析 由两名有经验的核医学主治医师对肾动态显像影像进行定性及定量分析，利用感兴趣区(ROI)技术勾画左右肾影像轮廓，得出分肾比值及分肾 $GFR_{Gates'}$，结合总肾 $GFR_{双血浆}$计算分肾 $GFR_{双血浆}$。

1.2.4 数据处理 比较患侧肾双血浆法GFR测定值($GFR_{双血浆}$)及Gates'法GFR测定值($GFR_{Gates'}$)，结合功能动态影像，将测量结果按 $GFR_{双血浆}$值分成4组：(1)轻度受损组：$GFR_{双血浆}$≥30 mL/min；(2)中度受损组：$GFR_{双血浆}$介于20~30 mL/min；(3) 重度受损组：$GFR_{双血浆}$介于10~20 mL/min；(4)无功能组：$GFR_{双血浆}$≤10 mL/min，计算各构成比并比较各组 $GFR_{双血浆}$及 $GFR_{Gates'}$。

1.3 统计学方法

使用SPSS 19.0软件包建立数据库并且完成统计学处理分析。计量资料用均数±标准差的形式表述，两组差异性检验采用 t 检验，P<0.05被认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 4组 $GFR_{双血浆}$值构成比

107例IVP无功能肾患者中，$GFR_{双血浆}$提示肾功能轻度受损、中度受损、重度受损、无功能分别为12例(构成比 11.2%)、33 例(构成比 30.8%)、41 例(构成比38.3%)、21例(构成比19.6%)。

2.2 比较各组 $GFR_{双血浆}$及 $GFR_{Gates'}$

$GFR_{双血浆}$和 GFR_{Gates}在肾功能轻、中度受损组中差异无统计学意义(轻度受损组：t=0.98，P=0.12，中度受损组：t=1.24，P=0.09)，肾功能重度受损组 $GFR_{双血浆}$值低于 $GFR_{Gates'}$，t=-2.73，P=0.03，差异有统计学意义；无肾功能组 $GFR_{双血浆}$值低于 $GFR_{Gates'}$，t=-3.81，P=0.005，差异有统计学意义。

3 讨论

及时、准确地评价受损肾的残余肾功能对治疗方案的选择具有重要指导意义。IVP和SPECT肾动态显像是判断肾功能最常用的两种影像学方法，关于二者在临床患肾功能评价中应用的对比研究一直是研究热点[7-8]。

IVP的生理学基础是肾脏能够排泄和高度浓缩血循环中的含碘有机水溶性造影剂，可以了解患肾功能，但患肾能否显影直接取决于肾内造影剂的吸收量，只有

表1 107例IVP示无功能患肾 $GFR_{双血浆}$法值及 $GFR_{Gates'}$法值(mL/min)

Tab.1 $GFR_{Dou-pla}$ and $GFR_{Gates'}$ measurements in 107 patients with nonfunctioning kidneys shown by IVP

GFR	Number	Proportion (%)	$GFR_{Dou-pla}$	$GFR_{Gates'}$
Mild damage groups	12	11.2	34.8±4.6#	32.5±5.5
Moderate damage groups	33	30.8	25.1±5.3#	22.3±4.7
Severe damage groups	41	38.3	13.9±6.2*	18.8±4.2
No function groups	21	19.6	4.5±2.1*	7.2±3.2

#P>0.05 *vs* $GFR_{Gates'}$; *P<0.05 *vs* $GFR_{Gates'}$.

当尿液中造影剂的浓度达到一定程度时肾脏才能显影，部分研究提示IVP不显影的患肾手术解除梗阻后部分肾功能可不同程度恢复[9]，这便造成临床以IVP患肾不显影提示肾功能丧失的诊断存在不足[1]。SPECT肾动态显像可对左、右肾的血流灌注及功能情况进行观察，半定量分析分肾的灌注、摄取、清除、排泄情况，提供有价值而准确的总肾及分肾功能指标GFR值；^{99m}Tc-DTPA能准确反映GFR[10]。^{99m}Tc-DTPA SPECT肾动态显像对肾功能的评估与临床症状、实验室检查结果及病理结果等综合评价得出的肾功能状况具有高度一致性，是真正意义上的功能影像[3, 11-12]。

本研究结果表明，IVP不显影的107个患肾中，SPECT肾动态显像提示86(占80.4%)个具有不同程度的功能存在，其中12例轻度受损，33例中度受损，41例重度受损，说明IVP检查结果未见显影提示无功能中，尚有不同程度肾功能存在，IVP严重低估了患肾功能，此项结论要优于国内部分相关研究[13]。结合临床分析IVP患肾不显影的可能原因主要有为肾盂、输尿管等部位有梗阻，使囊内压升高，有效滤过压降低，造影剂就不容易从肾小球滤出，排至集尿系统的尿液含碘浓度没有达到x线平片显影的最低浓度等。此外，有报道称各种原因所致的尿路梗阻或肾功能不良中，约10%~30%IVP显影不良或不显影，而肾动态显像时肾脏是否显影却很少受这些因素的影响[14]。本研究中IVP不显影的21例患肾中，肾动态显像提示无功能或接近无功能者，$GFR_{双血浆}$值为4.5±2.1 mL/min，$GFR_{Gates'}$值为7.2±3.2 mL/min，这部分患者在两种方法中具有较高的一致性，这部分患肾才可能是真正意义上的无功能肾；其中有4例肾动态显像中完全未见显影的患肾，最终手术证实为重度肾积水，肾皮质受压无功能，这在IVP和肾动态显像中表现为完全一致。

然而，Gates'法应用至今，也存在一定误差，其准确性各家报道不一[4]，产生误差的因素有很多，如肾脏深度的测量、本底的矫正水平、ROI的勾画、肾盂大量积液等。目前简便且准确的测定GFR方法为双时相取血法(简称双血浆法)，双血浆法已被国际核医学协会推荐作为测定GFR的准确且相对简便的方法，被美国核医学协会推荐作为临床科研中评估GFR的参考标准[5]。双血浆法是可供临床常规使用的的“金标准”，不受上述因素的影响。本研究中，$GFR_{双血浆}$和$GFR_{Gates'}$在肾功能轻-中度受损组无差异($P<0.05$)，说明两者有高度一致性；而在肾功能重度受损组和无肾功能组$GFR_{双血浆}$值均低于$GFR_{Gates'}$(P=0.03和0.005)，说明Gates'法测得值偏高，但仍然较IVP要准确，我们的研究用IVP无功能肾验证了Gates'法在肾功能重度受损组中的准确性，这是本研究的创新点，国内有部分研究也证实了^{99m}Tc-DTPA肾动态显像适用于轻、中度肾功能不全患者GFR的评估，但在重度肾功能不全患者中，其测量结果的准确性有待进一步提高[15]。

本研究表明肾动态显像评估肾功能的灵敏度和准确性明显高于IVP。IVP不显影的患肾，肾动态显像多表现中-重度受损。因此，^{99m}Tc-DTPA SPECT肾动态显像结合双血浆法仍然是目前评价分肾功能最理想的临床方法。

参考文献：

[1] Mcclennan BL. Imaging the renal mass: a historical review[J]. Radiology, 2014, 273(2S): S126-41.

[2] 苏 亮, 白书昌, Kaviraj B, 等. 8种eGFR估算方程评价心血管病患者肾小球滤过率的诊断价值比较[J]. 南方医科大学学报, 2011, 31(7): 1220-3.

[3] Cheng MH, Zeng FW, Xie LJ, et al. A new quantitative method for estimating glomerular filtration rate and its clinical value[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2016, 36(2): 118-25.

[4] Rewers KI, Hvidsten S, Gerke O, et al. Reference ranges in [Tc-99m]mercaptoacetyltriglycerine renography: comparison of a semi-automated (xeleris, GE) and manual (picker, odyssey) processing software[J]. Mol Imaging Biol, 2015, 17(5): 620-4.

[5] Taylor AT. Radionuclides in nephrourology, part 1: radiopharmaceuticals, quality control, and quantitative indices[J]. J Nuclear Med, 2014, 55(4): 608-15.

[6] 中华医学会. 临床技术操作规范-核医学分册[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004.

[7] 邱贵华, 王楷堂, 高荣光, 等. 比较肾动态显像与静脉肾盂造影在泌尿系统疾病的临床价值[J]. 第四军医大学学报, 2005, 26(17): 1578.

[8] Renard-Penna R, Marcy PY, Lacout A, et al. Imaging of the kidney[J]. Bull Cancer, 2012, 99(3): 251-62.

[9] 罗开玲, 王晓平, 李志斌, 等. 梗阻性IVP不显影无功能肾脏的预后因素评价[J]. 广西医科大学学报, 2001, 18(3): 378-9.

[10] Saeed S, Saeed S, Khawar A, et al. Comparison of gamma camera-based methods to measure glomerular filtration rate in potential kidney donors[J]. Nucl Med Commun, 2015, 36(5): 481-5.

[11] Xie YY, Zhou LP, Yu YR. A comparison of different estimation equations for glomerular filtration rate in Chinese diabetic patients[J]. Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban, 2014, 45(4): 685-90.

[12] Zheng W, Li G, Huang B, et al. Radiolabelling of a lung cancer-targeting small molecule polypeptide with(131)I and its radioactivity distribution in normal rabbits[J]. Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao, 2014, 34(9): 1375-9.

[13] 蒋宁一, 刘雄英, 胡莹莹, 等. ^{99m}Tc-DTPA肾动态显像对IVP不显影患肾功能的评价[J]. 中国临床医学影像杂志, 2007, 18(7): 479-81.

[14] Li N, Li BJ, Liang WL, et al. Comparison of glomerular filtration rate measured between anterior and posterior image processing using Gates' method in an ectopic pelvic kidney[J]. Nucl Med Commun, 2016, 37(5): 519-24.

[15] 杜晓英, 李林法, 何 强, 等. ^{99m}Tc-DTPA肾动态显像检测肾小球滤过率的临床应用评价[J]. 中华肾脏病杂志, 2006, 22(5): 266-70.

（编辑：孙昌朋）